Progress Notes **Canadian Wildlife Service**

Progress Notes contain *interim* data and conclusions and are presented as a service to other wildlife biologists and agencies.

Disponible également en français

No. 152, February 1985

The metabolizable energy of chicken scratch, the rhizomes of *Carex lyngbei*, and timothy grass to swans

R. McKelvey[1]

Introduction

The study reported here was undertaken as part of an investigation of the ecology of Trumpeter Swans (*Cygnus buccinator*) wintering at Comox, BC. The major components of that study have been reported in McKelvey (1981). One of the main objectives of that study was to determine the food habits of swans wintering on the estuaries at Comox and Port Alberni. Food habits *per se*, however, say nothing about the relative nutritive or energy values of each food item (Sugden 1971). Metabolizable energy (*ME*), the amount of energy an animal extracts from its food, is a much better expression of the food value (Hill 1964, Sugden 1971).

In the spring of 1978, an opportunity became available to assess the digestive efficiency of several captive swans at the Animal Care Facility of the University of British Columbia (UBC). I encountered problems in working with the swans, but the data acquired may be of use to others engaged in or contemplating studies of feeding efficiency with captive swans.

Information is presented here on the metabolizable energy of the maintenance diet (chicken scratch) fed to the swans, and of rhizomes of *Carex lyngbei*, an emergent plant that forms part of the diet of Trumpeter Swans wintering at Comox and Port Alberni (McKelvey 1981). I also conducted tests using fresh timothy grass to simulate a recently acquired winter diet of pasture grass at Comox (McKelvey 1981).

Methods

The feeding trials involved captive, semi-tame swans at UBC in April and May 1978. Two adult Trumpeter Swans (one male and one female) andd one adult female Tundra Swan (*Cygnus columbianus*) were obtained from the George C. Reifel Migratory Bird Sanctuary, Delta, BC, and two immature female Trumpeter Swans from aviculturalist R.B. Trethewey. All swans were maintained on commercially available chicken scratch while not on feeding trails, with water and gravel continually available.

The feeding trials took place in "metabolic cages", constructed of 2.5 cm × 5.0 cm weldwire, measuring 1.2 m square by 2.4 m high. The cages were elevated 10 cm above the building floor on wooden blocks. Sheets of heavy waxed paper placed under the cages collected all spilled food and excreta. Trials lasted for 3 or 4 days. During each trial, I presented a measured amount of food, and the unused, spilled portions and excreta were collected once every 24 hours. Although water and gravel were freely available, I presented them in a manner that minimized contamination of the food source. I weighed unused portions of food after collection, and then subsampled them for later determination of water and ash content. All trials were conducted in an open-air building at ambient temperatures, which ranged from 5° to 15°C.

Gross energy (*GE*) and the ash content of droppings and food samples were measured on a Gallenkamp adiabatic bomb calorimeter. I calculated ash-free dry weights of droppings and food from the ash residue. Nitrogen for protein content determination of food and droppings was assessed with an HCN Auto-analyzer at Simon Fraser University, BC.

I calculated the *ME* of foods, corrected for nitrogen balance, by using the following formula (after Scott *et al.* 1969 and Sugden 1971), (N = nitrogen):

$$ME = GE \text{ food} - [(\text{dry-weight droppings} \times \text{dry-weight food}) \times GE \text{ droppings}] + [(\text{weight N food} - \text{weight N droppings})/(\text{dry-weight food}) \times 8.22 \text{ kcal/g}].$$

Feeding efficiency was calculated from:
$[(\text{total energy in}) - (\text{total energy out})]/(\text{total energy in}) \times 100\%$.

The chicken scratch came from a feed supplier in Vancouver; it consisted of a mixture of wheat (variety not reported) and cracked corn.

Rhizomes of *Carex lyngbei* were collected from a marsh on the Fraser River adjacent to the Alaksen National Wildlife Area. Quantities of rhizomes were dug from the marsh, washed on site to remove adhering mud, and stored refrigerated until used. Before the rhizome feeding trials, the swans were maintained on a mixture of rhizomes and grain, the amount of grain presented being decreased daily. Three days prior to the trial, rhizomes only were presented.

The timothy grass (leaves and stems) came from a hayfield on the Alaksen National Wildlife Area, and was stored refrigerated until used, usually within about 6 hours. Before being presented to the swans, the grass was chopped into lengths of approximately 5 to 10 cm. Subsamples were taken for water and ash content determination.

Results and discussion

The average *ME* and mean digestibility of chicken scratch, rhizomes of *Carex lyngbei*, and timothy grass to swans is shown in Table 1, and the nutritive composition of the tested foods in Table 2. All birds ate during the chicken-scratch trial, but only three swans ate the rhizomes, and only two ate the grass.

The dry weight of food consumed varied greatly, but was generally low, and all birds lost weight, except the Tundra

[1] CWS, Delta, British Columbia V4K 3Y3

Environment Canada / Environnement Canada
Canadian Wildlife Service / Service canadien de la faune

Swan, which gained weight during the chicken-scratch feeding trial. Nitrogen balance was positive during feeding trials with chicken scratch, but negative for trials with rhizomes and grass.

The nitrogen-corrected *ME* of chicken scratch was just within the range of *ME* values (3.12 ± 0.01 to 3.60 ± 0.02) reported by Sugden (1971) for various grains fed to Mallards (*Anas platyrhynchos*). Swans probably digest grains with approximately the same efficiency as Mallards, and perhaps other waterfowl. Because the chicken scratch was a mixture of wheat and cracked corn, some differences in digestive efficiency might be expected. Swans may not metabolize wheat as well as Mallards, or the cracked corn may have lowered the apparent digestibility of the diet. The quality of chicken scratch can also vary, depending on how much grain dust and other waste it contains (L. Maltby, pers. commun.). The feed used in this study was of good quality, though by its nature it would probably contain more dust than the grains used by Sugden (1971).

The *ME* of rhizomes of *Carex* consumed by swans (2.48 ± 0.22 kcal/g) seemed to be high compared with Burton *et al.* (1979), who found the *ME* of *Scirpus americanus* rhizomes consumed by Lesser Snow Geese (*Anser caerulescens*) to be only 1.43 kcal/g. There are a number of possible reasons for this great difference in apparent metabolic efficiency of two similar species feeding on similar foods. One is the manner in which the swans consumed the *Carex* rhizomes during the feeding trial. They ingested large quantities of gravel with the rhizomes: after selecting a rhizome, the bird would select from the gravel supply, and then go back to the rhizomes. This procedure resulted in a high proportion of the dry weight of the droppings recovered in the rhizome feeding trial consisting of ash (29.6 ± 2.9%, n = 12). It is possible that with large quantities of gravel in the gizzard, the rhizome food was very finely pulverized, making the contents of a larger percentage of the plant cells available for digestion.

Another possible source of error, which may have caused an artificially high estimate of the *ME* of *Carex* rhizomes, was the length of time allowed the swans to adapt to the *Carex* diet. Calculated *ME*s of test foods can be adversely influenced by the preceding diet. However, it seems likely that a gut adapted to a relatively easily digested food, such as chicken scratch, would initially digest a lower quality diet with depressed efficiency. As the gut adapted to the new diet, the efficiency of digestion would be expected to rise, as would the *ME* of the diet. Although some of the swans in this study fed on rhizomes during the feeding trial, they consumed very little, and two swans would not take rhizomes at all.

Following the calculations of Burton *et al.* (1979), one can calculate the amount of *Carex* rhizomes a free-living swan might need to meet its existence-energy requirements. At 0°C, existence energy is calculated by $\log M = 0.6372 + 0.5300 \log W$, where M is the energy expenditure per bird per day and W is the weight of the bird in grams (Kendeigh 1970). The existence energy for a 10-kg swan would be 572 kcal/day. At 2.48 kcal/g, this energy requirement would be met by 230 g dry weight of rhizomes per day, or approximately 1.6 kg wet weight. That estimation falls within the range that McKelvey (1981) reported, where consumption was estimated by measuring changes in the area of emergent vegetation at Comox harbour after swans fed there. In that study, which measured only the disappearance of plants and could not account for wastage, dry-weight consumption varied from 155.1 g/bird/day in 1977–78 to 332.1 g/bird/day in 1978–79 (1.0 kg and 2.3 kg wet weight respectively).

The swans were apparently not able to extract much energy from the timothy grass. That was probably a result primarily of the rather coarse nature of the grass used. The original intention had been to simulate the quality of the grass that swans had recently begun to consume on dairy pastures at Comox (McKelvey 1981). That was not possible, however, because of the time of year at which this project was conducted. Higher *ME*s might be expected to result from a grass diet lower in fibre and higher in protein, although increased feeding efficiency might not. Trumpeter Swans grazing on dairy pastures at Comox have an almost unlimited food source of good quality, so that they need not digest the grass food with much efficiency to be able to extract an adequate amount of energy. The existence energy for a 10 kg swan feeding on timothy grass with a *ME* of 1.46 kcal/g would require the consumption of 392 g dry weight of grass per day, or 1.8 kg wet weight per day. McKelvey (1981) calculated a daily consumption of 4.5 to 5.5 kg wet weight of grass per bird per day from dairy pastures near Comox. Given that the swans grazing on pastures at Comox would use much more energy, through flight, than the existence energy calculated here, and that there could have been some wastage of the pasture grass, an *ME* of 1.46 kcal/g for timothy does not appear unreasonable.

Future studies would benefit from the use of hand-reared birds. The swans in this study, being used to the presence of people but not to the type of manipulations required for *ME* studies, did not adapt well to the confinement of the metabolic cages. I did not want to try forcing the swans to adapt to test diets over long periods, nor could I acquire more "co-operative" test subjects. The calculated *ME* values of *Carex* rhizomes and of timothy grass should be treated cautiously, because repetitive tests were not possible and adaptation periods to test diets were relatively short. However, the calculated standard errors for trials with chicken scratch and *Carex* rhizomes were less than 10% of the means. Those *ME* values should therefore be of some use as first estimates of the digestive efficiency of swans fed chicken scratch and *Carex* rhizomes. These data could be used for rough estimates of the capacity of estuaries to support wintering Trumpeter Swans, at least in terms of the biomass of available food.

Acknowledgements

Many people helped with various aspects of this study. I thank N. Verbeek, senior adviser for my thesis work, and H. Norden for making the Animal Care Facility available. The British Columbia Waterfowl Society and R.B. Trethewey supplied the swans, and A. Tepper and the late A. Bottrel assisted in caring for them during the study. My thanks also go to P. Whitehead, E. McEwan, and R. Sadlier for many helpful discussions throughout the project, and to H. Boyd and L. Sugden for reviewing earlier drafts.

References

Burton, B.A.; Hudson, R.J.; Bragg, D.D. 1979. Efficiency of utilization of bulrush rhizomes by Lesser Snow Geese. J. Wildl. Manage. 43:728–735.

Hill, F.W. 1964. The experimental basis of advances in efficiency of poultry nutrition. Fed. Proc. 23 (4, part 1):857–862.

Kendeigh C.S. 1970. Energy requirements for existence in relation to size of bird. Condor 72:60–65.

McKelvey, R.W. 1981. Some aspects of the winter feeding ecology of Trumpeter Swans at Port Alberni and Comox, British Columbia. Unpubl. MSc thesis, Simon Fraser Univ. Burnaby, BC.

Scott, M.L.; Nesheim, M.C.; Young, R.J. 1969. Nutrition of the chicken. M.L. Scott and Assoc. Ithaca, NY.

Sugden. L.G. 1971. Metabolizable energy of small grains for Mallards. J. Wildl. Manage. 35:781–785.

Table 1
Amount of food consumed, metabolic energy, and digestibility of chicken scratch, *Carex lyngbei* rhizomes, and timothy grass fed to captive swans. Values are ± one standard error

Food type	Amount consumed (g)	Mean weight* change (%)	*ME* (kcal/g, N corrected)	Digestibility (%)	N† correction (g)
Chicken scratch	226.7 ± 31.4 (n = 18 days)	–2.3 ± 0.14 (n = 5 birds)	3.06 ± 0.10 (n = 18 days)	75.8 ± 1.9 (n = 18 days)	+0.005 ± 0.016 (n = 18 days)
Rhizomes	25.2 ± 4.5 (n = 12 days)	–8.5 ± 0.32 (n = 2 birds)	2.48 ± 0.22 (n = 12 days)	56.3 ± 4.5 (n = 12 days)	–0.48 ± 0.11 (n = 12 days)
Grass	10.6 ± 1.4 (n = 5 days)	–7.9 ± 0.05 (n = 2 birds)	1.46 ± 0.42 (n = 5 days)	39.5 ± 8.5 (n = 5 days)	–0.44 ± 0.05 (n = 5 days)

* Calculated from weight before and after the trial.
† Weight loss data available for only two birds; three birds were used in the trial.

Table 2
Composition of foods used in metabolic energy trials with captive swans. Values are ± standard error

Food	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Fibre (%)
Chicken scratch	86.0 ± 0.7 (n = 5)	12*	3.6*
Rhizomes	14.7 ± 0.6 (n = 11)	7.1 ± 0.3† (n = 45)	7.8 ± 1.7† (n = 7)
Grass	22.2 ± 0.1 (n = 4)	2.4 ± 0.1 (n = 2)	36.4‡

* Supplier's analysis.
† Based on data in McKelvey (1981) for *Carex* rhizomes from Port Alberni.
‡ Fibre content reported for alfalfa.

Cahiers de biologie — **Service canadien de la faune**

Ces cahiers renferment des données préliminaires et des conclusions provisoires de nature à intéresser les biologistes d'autres organismes.

Also available in English

N° 152, février 1985

Énergie métabolique des provendes de poulet, des rhizomes de *Carex lyngbei*, et de la fléole des prés pour les cygnes

R. McKelvey[1]

Introduction

L'étude dont il est ici question a été entreprise dans le cadre d'une analyse de l'écologie du Cygne trompette (*Cygnus buccinator*) hivernant à Comox, en Colombie-Britannique. Les principaux éléments de cette étude ont été publiés dans un article de McKelvey (1981). L'un des objectifs de cette étude était la détermination des habitudes alimentaires des cygnes hivernant dans les estuaires à Comox et à Port Alberni. Toutefois, les habitudes alimentaires en soi ne fournissent aucun renseignement sur la valeur nutritive ou énergétique relative de chacun des aliments (Sugden, 1971). L'énergie métabolique (*EM*), c'est-à-dire la quantité d'énergie qu'un animal tire de son alimentation, exprime beaucoup mieux la valeur alimentaire (Hill, 1964; Sugden, 1971).

Au printemps de 1978, j'ai pu étudier l'efficacité digestive de plusieurs cygnes en captivité à l'animalerie de l'Université de la Colombie-Britannique. Le fait de travailler avec des cygnes a entraîné certaines difficultés, mais les données obtenues peuvent être utiles à d'autres chercheurs qui entreprennent, ou qui envisagent d'entreprendre, des études sur l'efficacité alimentaire en utilisant des cygnes en captivité.

Le présent rapport contient des informations sur l'énergie métabolique des provendes de poulet et des rhizomes de *Carex lyngbei*, une plante émergeante qui constitue une partie du régime des Cygnes trompettes hivernant à Comox et à Port Alberni (McKelvey, 1981). J'ai également réalisé des expériences avec de la fléole des prés fraîche pour simuler le régime alimentaire récemment acquis pendant l'hiver par les cygnes de Comox qui est constitué d'herbe de pâturage (McKelvey, 1981).

Méthodes

Les essais d'alimentation ont été réalisés sur des cygnes en captivité à demi domestiqués de l'animalerie de l'Université de la Colombie-Britannique, en avril et mai 1978. Deux Cygnes trompettes adultes (un mâle et une femelle) et un Cygne siffleur (*Cygnus columbianus*) adulte femelle ont été obtenus du sanctuaire pour les oiseaux migrateurs George C. Reifel, à Delta, C.-B. et deux femelles immatures de Cygnes trompettes d'un aviculteur, R.B. Trethewey. Avant que ne commencent les essais d'alimentation, tous les cygnes étaient soumis à un régime alimentaire constitué de provendes de poulet en vente sur le marché; de plus, les cygnes avaient continuellement à leur disposition de l'eau et du gravier.

Les essais d'alimentation ont été réalisés dans des «cages métaboliques» grillagées (mailles de 2,5 cm × 5,0 cm) mesurant 1,2 m de côté par 2,4 m de hauteur. Des blocs de bois ont été placés sous les cages de façon que ces dernières soient situées à 10 cm au-dessus du plancher. On a placé du papier ciré résistant en-dessous des cages pour recueillir les excréments et les aliments gaspillés. Les essais ont duré trois ou quatre jours. Durant chaque essai, j'ai offert aux animaux une quantité mesurée d'aliments et tous les 24 heures, on recueillait les aliments inutilisés ou gaspillés ainsi que les excréments. Même si l'eau et le gravier étaient toujours à la disposition des oiseaux, ils étaient présentés de manière à réduire au maximum la contamination de la source alimentaire. J'ai pesé les parties non utilisées des aliments puis les ai analysées pour déterminer la teneur en eau et en cendres. Tous les essais ont été réalisés dans un bâtiment à ciel ouvert à des températures ambiantes de 5° à 15°C.

L'énergie brute (*EB*) et la teneur en cendres des excréments et des échantillons d'aliments ont été mesurées à l'aide d'une bombe calorimétrique adiabatique Gallencamp. J'ai calculé les poids secs dépourvus de cendres des excréments et des aliments à partir des résidus de cendres. L'azote, qui sert à déterminer la teneur en protéines des aliments et des excréments, a été dosé à l'aide d'un autoanalyseur de HCN, à l'Université Simon Fraser en Colombie-Britannique.

J'ai calculé l'énergie métabolique (*EM*) des aliments, corrigée à l'aide du bilan azoté, à l'aide de la formule suivante (d'après Scott *et al.*, 1969 et Sugden, 1971; N = azote) :

EM = *EB* aliments − [(poids sec des excréments/poids sec des aliments) × *EB* excréments] + [(poids de N aliments − poids de N excréments)/(poids sec des aliments) × 8,22 kcal/g].

J'ai calculé l'efficacité alimentaire à l'aide de la formule suivante :
[(énergie total à l'entrée) − (énergie totale à la sortie)]/(énergie totale à l'entrée) × 100 %.

Les provendes de poulet provenaient d'un fournisseur de Vancouver; elles consistaient en un mélange de blé (variété non indiquée) et de maïs broyé.

Les rhizomes de *Carex lyngbei* ont été récoltés dans un marécage situé sur la rivière Fraser, près de la réserve nationale de faune d'Alaksen. On a creusé le sol du marécage pour déterrer des rhizomes, on les a lavés sur place pour enlever la boue, puis ils ont été réfrigérés jusqu'au moment de l'utilisation. Avant les essais d'alimentation à l'aide des rhizomes, les cygnes ont été nourris avec un mélange de rhizomes et de grains, la quantité de grains étant réduite de jour en jour. Trois jours avant les essais, les rhizomes constituaient le seul aliment dans le régime alimentaire des cygnes.

[1] SCF, Delta, Colombie-Britannique V4K 3Y3

Environnement Canada — Service canadien de la faune
Environment Canada — Canadian Wildlife Service

La fléole des prés (feuilles et tiges) a été prélevée dans un champ de foin situé dans la réserve nationale de faune d'Alaksen; la fléole a été réfrigérée jusqu'à environ six heures avant l'utilisation. Avant d'offrir cet aliment aux cygnes, on l'a coupé en morceaux d'environ 5 à 10 cm de long. Des échantillons ont été prélevés pour déterminer la teneur en eau et en cendres.

Résultats et analyse

On trouvera au tableau 1, l'énergie métabolique moyenne et la digestibilité moyenne des provendes de poulet, des rhizomes de *Carex lyngbei*, et de la fléole des prés, et au tableau 2, la composition nutritive des aliments testés. Tous les oiseaux ont mangé au cours des essais portant sur les provendes de poulet; cependant trois seulement ont consommé des rhizomes et deux, de la fléole des prés.

Le poids sec des aliments consommés a beaucoup varié, mais il était généralement faible; tous les oiseaux ont perdu du poids, sauf le Cygne siffleur qui en a gagné au cours des essais avec les provendes de poulet. Le bilan azoté était positif durant les essais d'alimentation réalisés avec les provendes de poulet, mais négatif dans le cas des essais portant sur les rhizomes et la fléole des prés.

Dans le cas des provendes de poulet, l'énergie métabolique corrigée en fonction du bilan azoté se situait dans l'étendue des valeurs d'énergie métabolique signalées par Sugden (1971) (3,12 ± 0,01 à 3,60 ± 0,02) pour divers types de grains donnés aux Canards malards (*Anas platyrhynchos*). Il est probable que les cygnes digèrent les grains avec à peu près la même efficacité que le Canard malard et, peut-être, d'autres oiseaux aquatiques. Comme les provendes de poulet étaient constitués d'un mélange de blé et de maïs broyé, on peut s'attendre à certaines différences dans l'efficacité digestive. Il est possible que les cygnes ne métabolisent pas le blé aussi bien que le Canard malard, ou que le maïs broyé ait fait baisser la digestibilité apparente du régime. La qualité des provendes de poulet peut aussi varier selon la quantité de poussière de grains et d'autres déchets qu'elles contiennent (L. Maltby, comm. pers.). Les provendes utilisées dans cette étude étaient de bonne qualité, bien que par leur nature, elles aient probablement contenu plus de poussière que les grains utilisés par Sugden (1971).

L'énergie métabolique des rhizomes de *Carex* consommés par les cygnes (2,48 ± 0,22 kcal/g) semblait élevée comparativement aux résultats obtenus par Burton *et al.* (1979); en effet, ces derniers avaient constaté que l'énergie métabolique des rhizomes de *Scirpus americanus* consommés par la Petite Oie blanche (*Anser caerulescens*) n'était que de 1,43 kcal/g. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette grande différence dans l'efficacité métabolique apparente de deux espèces semblables se nourrissant d'aliments semblables. Une des raisons est la manière dont les cygnes ont consommé les rhizomes de *Carex* durant les essais d'alimentation. Ils ont ingéré de grandes quantités de gravier avec les rhizomes : après avoir consommé un rhizome, l'oiseau allait ingérer du gravier avant de retourner aux rhizomes. Cette façon de manger a entraîné une proportion élevée de matières sèches sous forme de cendre dans les excréments récupérés à la suite des essais d'alimentation avec les rhizomes (29,6 ± 2,9 %, $n = 12$). À cause de la présence d'une grande quantité de gravier dans le gésier, il est possible que les rhizomes aient été finement broyés, permettant ainsi la digestion du contenu d'un pourcentage plus élevé de cellules de la plante.

Une autre source d'erreur possible qui a pu entraîner une surestimation artificielle de l'énergie métabolique des rhizomes de *Carex* est la période de temps accordée aux cygnes pour s'adapter au régime à base de *Carex*. Le régime antérieur peut influer de manière défavorable sur les valeurs calculées de l'énergie métabolique des aliments testés. Toutefois, il semble vraisemblable qu'un système digestif adapté à un aliment qui se digère assez facilement, comme les provendes de poulet, éprouve une baisse initiale d'efficacité pour digérer des aliments de qualité inférieure. Au fur et à mesure que le système digestif s'adapte au nouveau régime, l'efficacité de la digestion devrait augmenter, tout comme l'énergie métabolique du régime. Bien que les cygnes dans la présente étude se soient alimentés de rhizomes, ils en ont très peu consommé au moment des essais d'alimentation et deux d'entre eux ont carrément refusé d'en manger.

En appliquant les calculs de Burton *et al.* (1979), il est possible de mesurer la quantité de rhizomes de *Carex* nécessaire à un cygne en liberté pour lui fournir l'énergie indispensable à sa subsistance. À 0 °C, l'énergie de subsistance est calculée par la formule $\log M = 0{,}6372 + 0{,}5300 \log W$, où M est la dépense d'énergie par oiseau par jour et W, le poids de l'oiseau en grammes (Kendeigh, 1970). L'énergie de subsistance d'un cygne de 10 kg serait de 572 kcal/jour. À 2,48 kcal/g, ce besoin en énergie serait comblé par 230 g de poids sec de rhizomes par jour, ou environ 1,6 kg en poids humide. Cette estimation se situe dans l'étendue des valeurs signalée par McKelvey (1981) où la consommation avait été estimée en mesurant des changements dans la surface occupée par la végétation émergeante dans le port de Comox après le passage des cygnes. Dans cette étude, qui ne mesurait que la disparition des plantes sans tenir compte du gaspillage, la consommation en matières sèches a varié de 155,1 g/oiseau/jour en 1977–1978 à 332,1 g/oiseau/jour en 1978–1979 (1,0 kg et 2,3 kg en poids humide respectivement).

Apparemment, les cygnes n'étaient pas en mesure de tirer beaucoup d'énergie de la fléole des prés. Il est probable que ce résultat soit attribuable principalement à la nature plutôt grossière de l'herbe utilisée. À l'origine, l'intention était de simuler la qualité de l'herbe que les cygnes ont récemment commencé à consommer dans les pâturages de vaches laitières de Comox (McKelvey, 1981). Cela n'était toutefois pas possible, à cause du temps de l'année où l'expérience a été menée. On pourrait s'attendre que l'énergie métabolique soit plus élevée dans le cas d'un régime à base d'herbe de pâturage à teneur plus faible en fibres et à teneur plus élevée en protéines, mais l'efficacité alimentaire n'augmentera pas nécessairement. Les Cygnes trompettes qui se nourrissent dans les pâturages de vaches laitières de Comox ont accès à une réserve presque illimitée de nourriture de bonne qualité, de telle sorte qu'il ne leur est pas nécessaire de digérer l'herbe avec une grande efficacité pour obtenir une quantité suffisante d'énergie. Un cygne de 10 kg qui se nourrit de fléole des prés, dont l'énergie métabolique est de 1,46 kcal/g, devra consommer 392 g de fléole par jour en poids sec, ou 1,8 kg par jour, en poids humide, pour obtenir son énergie de subsistance. McKelvey

(1981) a calculé une consommation quotidienne de 4,5 à 5,5 kg en poids humide d'herbe par oiseau et par jour à partir des pâturages de vaches laitières de Comox. Étant donné que les cygnes qui se nourrissent dans ces pâturages ont des dépenses énergétiques beaucoup plus élevées, à cause du vol, que l'énergie de subsistance calculée ici, et étant donné qu'il peut y avoir un certain gaspillage de l'herbe de pâturage, une énergie métabolique de 1,46 kcal/g pour la fléole des prés semble raisonnable.

Pour les études ultérieures, il y aurait avantage à utiliser des oiseaux nourris à la main. Les cygnes utilisés dans la présente étude, qui étaient habitués à la présence de l'homme mais non aux genres de manipulations que supposent les études de l'énergie métabolique, se sont mal adaptés au confinement qu'imposent les cages métaboliques. Je ne voulais pas forcer les cygnes à s'adapter au régime à l'essai sur de longues périodes; il n'était pas possible non plus de se procurer des sujets qui étaient mieux disposés à collaborer. Les valeurs de l'énergie métabolique calculées pour les rhizomes de *Carex* et la fléole des prés devraient être utilisées avec prudence, car il a été impossible de réaliser des essais répétés et les périodes d'adaptation aux nouveaux régimes étaient relativement courtes. Toutefois, les écarts–types calculés pour les essais avec les provendes de poulet et les rhizomes de *Carex* se situaient à moins de 10 % des moyennes. Les valeurs de l'énergie métabolique devraient par conséquent avoir une certaine utilité comme première estimation de l'efficacité digestive des cygnes nourris avec des provendes de poulet et des rhizomes de *Carex*. Ces données pourraient être utilisées pour une estimation grossière de la capacité des estuaires à assurer la subsistance des Cygnes trompettes hivernants, au moins en termes de biomasse des aliments disponibles.

Tableau 1
Quantité de nourriture consommée, énergie métabolique et digestibilité des provendes de poulet, des rhizomes de *Carex lyngbei*, et de la fléole des prés donnés en nourriture à des cygnes en captivité. Les valeurs se situent à ± un écart-type

Type d'aliments	Quantité consommée (g)	Variation du poids moyen* (%)	*EM* (kcal/g, N corrigé)	Digestibilité %	Correction N† (g)
Provendes de poulet	226,7 ± 31,4 (*N* = 18 jours)	–2,3 ± 0,14 (*N* = 5 oiseaux)	3,06 ± 0,10 (*N* = 18 jours)	75,8 ± 1,9 (*N* = 18 jours)	+0,005 ± 0,016 (*N* = 18 jours)
Rhizomes	25,2 ± 4,5 (*N* = 12 jours)	–8,5 ± 0,32 (*N* = 2 oiseaux)	2,48 ± 0,22 (*N* = 12 jours)	56,3 ± 4,5 (*N* = 12 jours)	–0,48 ± 0,11 (*N* = 12 jours)
Fléole	10,6 ± 1,4 (*N* = 5 jours)	–7,9 ± 0,05 (*N* = 2 oiseaux)	1,46 ± 0,42 (*N* = 5 jours)	39,5 ± 8,5 (*N* = 5 jours)	–0,44 ± 0,05 (*N* = 5 jours)

* Calculée à partir du poids avant et après les essais.
† Les données relatives à la perte de poids sont disponibles pour deux oiseaux seulement; trois oiseaux ont été utilisés au cours des essais.

Tableau 2
Composition des aliments utilisés pour l'étude de l'énergie métabolique chez des cygnes en captivité. Les valeurs se situent à ± un écart-type

Aliments	Matière sèche (%)	Protéines brutes (%)	Fibres (%)
Provendes de poulet	86,0 ± 0,7 (*N* = 5)	12*	3,6*
Rhizomes	14,7 ± 0,6 (*N* = 11)	7,1 ± 0,3† (*N* = 45)	7,8 ± 1,7† (*N* = 7)
Fléole	22,2 ± 0,1 (*N* = 4)	2,4 ± 0,1 (*N* = 2)	36,4‡

* Analyse fournie par le fabricant.
† Fondé sur les données de McKelvey (1981) concernant les rhizomes de *Carex* à Port Alberni.
‡ Teneur en fibres signalée pour la luzerne.

Remerciements

De nombreuses personnes ont collaboré à divers aspects de cette étude. Je tiens à remercier N. Verbeek, conseiller principal pour la rédaction de ma thèse, et H. Norden qui a mis les installations de l'animalerie à ma disposition. Je veux aussi remercier la «British Columbia Waterfowl Society» et R.B. Trethewey qui ont fourni les cygnes ainsi que A. Tepper et feu A. Bottrel qui ont pris soin de ces oiseaux pendant l'étude. Enfin, je dois remercier P. Whitehead, E. McEwan et R. Sadlier avec qui j'ai eu des discussions nombreuses et utiles, et H. Boyd et L. Sugden qui ont révisé les différentes ébauches.

Bibliographie

Burton, B.A.; Hudson, R.J.; Bragg, D.D. 1979. Efficiency of utilization of bulrush rhizomes by Lesser Snow Geese. J. Wildl. Manage. 43:728–735.

Hill, F.W. 1964. The experimental basis of advances in efficiency of poultry nutrition. Fed. Proc. 23 (4, part 1):857–862.

Kendeigh C.S. 1970. Energy requirements for existence in relation to size of bird. Condor 72:60–65.

McKelvey, R.W. 1981. Some aspects of the winter feeding ecology of Trumpeter Swans at Port Alberni and Comox, British Columbia. Thèse de maîtrise ès sciences, Univ. Simon Fraser, Burnaby, C.-B.

Scott, M.L.; Nesheim, M.C.; Young, R.J. 1969. Nutrition of the chicken. M.L. Scott and Assoc. Ithaca, NY.

Sugden. L.G. 1971. Metabolizable energy of small grains for Mallards. J. Wildl. Manage. 35:781–785.